

УДК 502/504

СРАВНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

О. Н. Яковлева¹, А. В. Верещагина², Н. А. Третьякова³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ olenka.yakovleva@bk.ru

Аннотация. В работе представлены методы термической утилизации твердых коммунальных отходов. Проведен сравнительный анализ методов. Предложен оптимальный способ утилизации твердых коммунальных отходов.

Ключевые слова: термические методы утилизации, переработка отходов, твердые коммунальные отходы

COMPARISON OF THERMAL METHODS OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL

O. N. Yakovleva¹, A. V. Vereshchagina², N. A. Tretyakova³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ olenka.yakovleva@bk.ru

Abstract. The article presents the methods of thermal utilization of solid municipal waste. A comparative analysis of the methods is carried out. The optimal way of utilization of solid municipal waste is proposed.

Keywords: thermal methods of disposal, recycling, solid municipal waste

В настоящее время наблюдается интенсивный рост количества отходов, как следствие, существует проблема обращения с ними. Основным методом утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) является их захоронение на полигонах. За 2018 г. объем вывезенных ТКО на объекты захоронения составил 87 % от общего объема вывоза ТКО [1]. Учитывая тот факт, что действующие полигоны не справля-

ются с нагрузкой, а количество образующегося мусора постоянно растет, необходимо определить рациональный способ обращения с ТКО.

Для этого нужно сравнить основные методы переработки отходов. Термические методы утилизации отходов позволяют значительно уменьшить объем ТКО. Биологические методы могут быть применимы только к органической части ТКО, которая составляет в среднем 20–25 % от общего объема отходов. Обработка ТКО с выделением вторичного сырья также обладает невысокой эффективностью, большая часть отходов после сортировки направляется на полигоны. Далее будут рассматриваться именно термические методы переработки ТКО.

Самым простым и широко распространенным термическим методом утилизации ТКО является простое сжигание. Сжигание — процесс окисления необработанных отходов, содержащих органические вещества, который проводится в печах различных конструкций.

Основным недостатком сжигания является загрязнение окружающей среды. При горении органической фракции ТКО в атмосферу выбрасываются диоксид углерода, оксиды азота и серы, оксид углерода, бенз-а-пирен и диоксины, а также накапливается зола, в составе которой присутствуют тяжелые металлы в неподвижной форме. Для улавливания выбросов требуется дорогостоящая система очистки отходящих газов. При сжигании отходов образуются шлаки, которые требуют дальнейшей утилизации.

Другим недостатком метода является низкий коэффициент полезного использования тепловой энергии, который не превышает 65 %. Из этого следует, что простое сжигание не может рассматриваться как ресурсосберегающий и экологичный метод утилизации ТКО.

Альтернативой сжиганию является пиролиз — процесс термического разложения отходов при недостатке или отсутствии кислорода. В зависимости от соотношения продуктов пиролиз подразделяется на низкотемпературный (при температуре 450–900 °С) и высокотемпературный (свыше 900 °С). При низкотемпературном пиролизе из отходов образуется большое количество жидких продуктов и твердого остатка (полукокса) и значительно меньше пиролизного газа, при высокотемпературном — наибольший выход газа и минимум твердых и жидких веществ. Преимуществом метода является безопасность складирования и захоронения продуктов: тяжелые металлы не восстанавливаются, полностью превращаясь в золу. Процессы пиролиза также требуют необходимой очистки отходящих дымовых газов.

Образующийся пиролизный газ после подготовительных процессов, включающих фракционирование, осушку, очистку от примесей, направляется в качестве вторичного топлива в реактор, в результате чего в атмосферу вместе с отходящими газами выделяются загрязняющие компоненты, содержащиеся в синтез-газе. Однако количество отходящих газов при пиролизе отходов значительно меньше, чем при сжигании ТКО (до 3–5 раз) [2], поэтому затраты на газоочистку будут меньше.

Следующим методом является газификация — процесс термической обработки ТКО, содержащих органические вещества, в присутствии окислителя (воздуха, кислорода, водяного пара, и т. п.) с получением синтез-газа и твердого минерального продукта.

При газификации органические соединения, содержащиеся в отходах, подвергаются частичному окислению при высокой температуре (от 700 °С) с разложением углеродсодержащих элементов на твердый остаток, содержащий углерод, и летучие вещества: оксид углерода и водород (синтез-газ), которые направляются на обогрев реакторов газификации, а избытки — на выработку тепловой и электрической энергии. В процессе газификации происходит окисление токсичных соединений, содержащихся в ТКО, что требует применения дорогостоящего оборудования для очистки и осушки синтез-газа, очистки продуктов горения. Недостатком технологии также является низкий выход синтез-газа и высокое содержание тяжелых металлов в золе.

Менее изученной технологией является еще один термический метод — сжигание специально подготовленных отходов в виде гранулированного топлива RDF (Refuse Derived Fuel) в цементных печах. При использовании такого метода необходима предварительная сортировка ТКО и отбор пригодных фракций с последующей сушкой, прессованием и гранулированием для получения высококалорийного продукта, исключая содержание опасных при горении компонентов. Это требует дополнительных затрат на строительство сортировочных комплексов. Чтобы достичь экономического эффекта от применения RDF, необходимо устанавливать оборудование на действующих мусоросортировочных комплексах. Метод также окупается за счет большей теплотворной способности RDF по сравнению с природным газом, т. е. RDF-топлива, подаваемого в печи, требуется меньше. Сжигание RDF оказывает меньшее негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с простым сжиганием, пиролизом и газификацией.

Это объясняется снижением до минимума содержания загрязняющих веществ в отходящих газах за счет проведения технологических процессов на цементном заводе при высокой температуре (приблизительно 1700 °С) [3], такой температуры нельзя достичь в установках альтернативных методов.

Таким образом, рассмотрев основные термические методы утилизации ТКО, можно сделать вывод, что оптимальным ресурсосберегающим и экологичным способом является сжигание RDF-топлива. Однако такая технология требует предварительной сортировки ТКО и дополнительного оборудования, т. к. в топливе не должно присутствовать опасных веществ. Широкое внедрение метода позволит утилизировать значительную часть отходов с получением продукта без ухудшения качества окружающей среды.

Список источников

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году : гос. доклад / М-во природ. ресурсов РФ, НПП «Кадастр», 2019. 844 с.
2. Гунич С. В., Янчуковская Е. В., Днепровская Н. И. Анализ современных методов переработки твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] // Изв. вузов. Приклад. химия и биотехнология. 2015. № 2 (13). URL: http://journals.istu.edu/izvestia_biochemi/journals/2015/02/articles/6_2.pdf (дата обращения: 27.11.2020).
3. Бернадинер И. М., Александрова Е. Ю. Использование RDF и отработавших автомобильных покрышек в цементной печи [Электронный ресурс] // Вестник ПНИПУ. Приклад. экология. Урбанистика. 2018. № 2 (30). С. 47–59. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.02.04 (дата обращения: 27.11.2020).